1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦後熟生理之影響

李建勳 [1] 楊正山 [2] 柯立祥 [3]
行政院農業委員會臺東區農業改良場 助理研究員 [1] 研究員兼主任 [2]
國立屏東科技大學農園生產系教授 [3]

摘 要

鳳梨釋迦夏期果及冬期果以1-MCP處理後，並以未處理1-MCP之果實做為對照組，分別貯藏於10℃、15℃、20℃、25℃等不同溫度條件下，調查不同貯藏溫度對果實後熟之影響。結果顯示，鳳梨釋迦果實以低溫貯藏或1-MCP處理後皆具有抑制呼吸率及乙烯產生量的效果，並可延緩果實後熟時間。在不同貯藏溫度下，後熟速度隨著貯藏溫度的下降而變慢，但貯藏於10℃時則無法正常後熟。夏期果以低溫貯藏或1-MCP處理雖然可以延緩採後裂果的發生，但無法降低裂果的發生率。而果實如於5℃或10℃分別貯藏5日、10日、15日後，再移到20℃，仍可以後熟，但在低溫貯藏時間愈久，回溫後果實後熟速度愈快，櫥架壽命愈短。而以5℃貯藏時，雖然貯藏時間較10℃為長，但回溫後果實易發生寒害現象。

關鍵字：鳳梨釋迦、後熟、1 甲基環丙烯

前 言

番荔枝屬(*Annona*)作物在世界上有經濟栽培的地區或國家，包括以色列、澳大利亞、南美及東南亞部分地區，其中以冷子番荔枝(Cherimoya)、鳳梨釋迦(Atemoya)與番荔枝(Sugar apple)為主要栽培品種(Batten, 1990；Rao, 1974；Wills et al., 1984)。而國內目前番荔枝主要栽培品種包括粗鱗種、軟枝種、台東一號、大目種等，及冷子番荔枝與番荔枝之雜交種鳳梨釋迦。

番荔枝果實貯藏壽命的長短，除因品種不同而有差異外，採收成熟度及貯藏溫度等，皆為影響果實後熟快慢的重要因子(柯等, 1983；楊, 2000；Brown and Scott, 1985；Chen, 1998；Sams,1999)。此外番荔枝屬之不同品種間對於低溫的忍受程度亦各不相同，如番荔枝原產於熱帶，對於低溫較為敏感，寒害的臨界溫度較高，貯藏在 15℃以上時可正常後熟(柯等,1983；楊, 2000)，但在低於 10℃之溫度下貯藏時，果實易造成寒害，鱗目外觀褐化，果實變硬，不能正常後熟。冷子番荔枝 'Fino de Jete'品種於 10℃貯藏 6 天，果實能夠後熟而達到可食用階段，但如於 8℃貯藏 12 天時需回溫至 20℃才可後熟(Alique et al., 1994)。而據 Will 等 (1984) 研究，適合鳳梨釋迦貯藏的溫度為 15℃~25℃，當貯藏溫度為 20℃時，果實風味較佳，貯藏溫度為 15℃時，則有較長貯藏時間。而如貯藏於 0~10℃時則易造成寒害。但 Brown 等 (1985)則認為，鳳梨釋迦 'African Pride'品種於 8℃時貯藏一週對果實外觀沒有傷害且風味良好。

由於番荔枝為更年性水果(柯等, 1983；楊, 2000)，採收後於室溫下3~5天即已軟熟，且不耐於低溫貯藏，不適於長期貯運 (楊, 1996)，不易發展外銷。而鳳梨釋迦因風味良好，並能符合國外消費需求(Batten, 1990；Wills et al., 1984)，且果實性狀介於兩親本之間，較耐低溫貯藏，頗具發展外銷潛力。但鳳梨釋迦栽培上因夏期果採後在後熟過程中常有裂果的情形發生，導致夏期果不具商品價值，因此目前皆以生產冬期果為主(楊, 1987)。近年來因為產期調節及人工授粉等栽培技術的改進，鳳梨釋迦果實品質及產量皆大幅提高，為避免國內市場發生飽和而影響農民收益，應積極發展出口外銷之可行性，但要發展外銷，必須加強相關鳳梨釋迦果實採後保鮮技術與貯藏方法的研究，才能達到延長果實貯藏壽命並開拓海外市場的目的。

材料與方法

一、試驗材料：

果實採自台東縣卑南鄉之鳳梨釋迦果園，採收時期依試驗期間所需，夏期果採收時間爲 10 月中旬，冬期果採收時間爲 1~3 月中旬採收，採收成熟度約爲 7 分熟，採收時果實外觀色澤已略呈乳黃色。

二、試驗方法：

(一) 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實後熟之影響

10 月中旬採收之夏期果及 1 月中旬採收之冬期果，分別於當日上午採收後即送回實驗室處理，在室溫下將果實放入可密閉之塑膠容器內，以 1-MCP 錠劑 (含 1-MCP 有效成分爲 0.07%) 2ppm，加水處理釋放出 1-MCP 氣體後，密閉燻蒸處理 12 小時，再將經 1-MCP 處理之果實及未經 1-MCP 處理(對照處理)之果實分別置入 10℃、15℃、20℃、25℃之呼吸缸中，每日調查鳳梨釋迦果實之呼吸率及乙烯產生量之變化。另外將再經過 1-MCP 處理之果實及未經 1-MCP 處理(對照處理)之果實分別放置於 10℃、15℃、20℃、25℃之恆溫貯藏室中，調查不同溫度及 1-MCP 處理對鳳梨釋迦果實後熟之影響。每項溫度處理包括經 1-MCP 處理及未經 1-MCP 處理之果實各 16 個，夏期果及之冬期果各計 128 個果實，共計 256 個果實。

(二) 不同低溫貯藏日數對鳳梨釋迦果實後熟之影響

將 3 月中旬採收之鳳梨釋迦冬期果，於當日上午採收後即送回實驗室處理，將果實分別置於 5℃、10℃等 2 種不同貯藏溫度之冷藏庫中，分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃之恆溫室中，調查鳳梨釋迦果實於以 5℃、10℃經過不同日數貯藏後，對果實後熟及外觀色澤之影響。2 種不同貯藏溫度處理及 3 種不同貯藏日數處理，每貯藏處理各 20 個果實，共計 120 個果實。

三、調查方法：

1.呼吸率及乙烯產生量之測定：以氣相層析儀分別以 TCD(Thermal conductivity detector)測定二氧化碳濃度及 FID(Flame ionization detector)測定乙烯濃度，單位分別以 mg CO_2/kg.hr 及 µl C_2H_4/kg.hr 表示。
2.後熟之判斷：以手指壓觸果實中央部位，當軟化程度達到可供食用的階段時，做爲後熟指標。
3.採後裂果之調查：以後熟過程中果梗周圍出現明顯開裂時，做爲判斷指標。
4.果實硬度：利用日本製物性測定儀(型號 CR-200D) 測定單位面積內穿刺果肉所需重量，每果測定 3 點，求其平均值，單位以kg/㎝^{2}表示。
5.果皮顏色：以色差儀(型號 NR-3000)分別於每果上、中、下測 3 點，求其平均值，果皮顏色以 L a b 值表示。 L：明亮度 ＋a：紅色 －a：綠色 ＋b：黃色 －b：藍色

結果與討論

一、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實呼吸率及乙烯產生量之影響

圖 1、圖 2 分別爲鳳梨釋迦夏期果與冬期果採後呼吸率之測定結果，由呼吸高峰產生的變化可知，鳳梨釋迦爲高呼吸率之更年性水果(楊, 2000；Batten, 1990；Paull, 1996；Wills et al., 1984)，採收後在 25℃室溫下其呼吸率已開始上升。試驗中夏期果以 1-MCP 處理之果實在 10℃、15℃、20℃、25℃不同貯藏溫度時，其呼吸率在更年性上升前爲 22.1~51.1mg CO_2/kg.hr，而對照處理之果實則爲 21.8~137.8 mg CO_2/kg.hr，在進入更年高峰時 1-MCP 處理果實之呼吸率爲 47.9~156.3 mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則爲 65.7~282.0 mg

CO_2/kg.hr。冬期果以 1-MCP 處理之果實在 10℃、15℃、20℃、25℃不同貯藏溫度時，其呼吸率在更年性上升前爲 15.2~66.7mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則爲 30.1~83.5 mg CO_2/kg.hr，在進入更年高峰時 1-MCP 處理果實之呼吸率爲 29.3~123.3mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則爲 66.9~159.2 mg CO_2/kg.hr。由測定結果可知，在相同溫度條件下，經 1-MCP 處理果實的呼吸率較對照處理果實爲低，在不同溫度條件下，果實的呼吸率隨貯藏溫度的降低而降低，其中以 25℃時呼吸高峰變化較爲明顯，而 10℃時則無明顯呼吸高峰。同時乙烯產生量的變化上(圖 3、圖 4)也呈現與呼吸率相似的結果，在相同溫度條件下，以 1-MCP 處理的果實，乙烯產生量較對照處理果實爲低，在不同溫度條件下，乙烯產生高峰則隨貯藏溫度的降低而延後，而乙烯產生量的增加則發生在呼吸高峰之後。

呼吸作用是果實採收後重要的代謝過程之一，亦是生理活性與貯藏壽命指標，呼吸率高峰強度在不同種類果實間差異很大，而番荔枝果實於後熟期間不同品種間便有不同形式的呼吸率變化(楊, 2000；Brown et al., 1988；Wills et al., 1984)。呼吸率的高低直接關係果實貯藏壽命的長短，由於呼吸率的急遽上升和果實的後熟往往同時開始，因此鳳梨釋迦採收後不耐貯藏可能與其更年性出現之高呼吸率有關，爲延長鳳梨釋迦果實的櫥架壽命，應設法在果實呼吸高峰出現前降低其呼吸率(柯等, 1983；楊, 1996)。乙烯爲一種植物荷爾蒙，可直接或間接影響植物的生理代謝作用，果實採收後常因乙烯的作用而造成老化，失去商品價值，因此如能有效的抑制果實採收後乙烯產生的影響，或降低乙烯的產生量，將有助於延長果實貯藏壽命(Brown et al., 1988；Paull, 1996)。1-MCP(1-Methylcyclopropene)爲一種乙烯作用抑制劑，可與乙烯競爭結合位置(Binding site)而與植物體細胞膜上的受質 (Receptor)結合，阻斷受體與乙烯的結合而達到抑制乙烯作用的效果，經過一段時間，當新的受體再度合成或 1-MCP 從受體解離出來後，果實便可因乙烯的催化而重新啟動後熟的反應(Golding et al., 1998；Porat et al., 1995；Sisler et al., 1996)。在過去相關採後處理的研究報告指出 1-MCP 除可用於切花保鮮外(Porat et al., 1995)，對柑桔(Porat et al., 1999)、香蕉(Golding et al., 1999；Jiang et al.,1999)等果實亦具有抑制老化，延長貯藏壽命的作用。而由調查結果顯示，鳳梨釋迦果實利用低溫貯藏或 1-MCP 處理皆具有抑制呼吸率及乙烯生合成的作用。

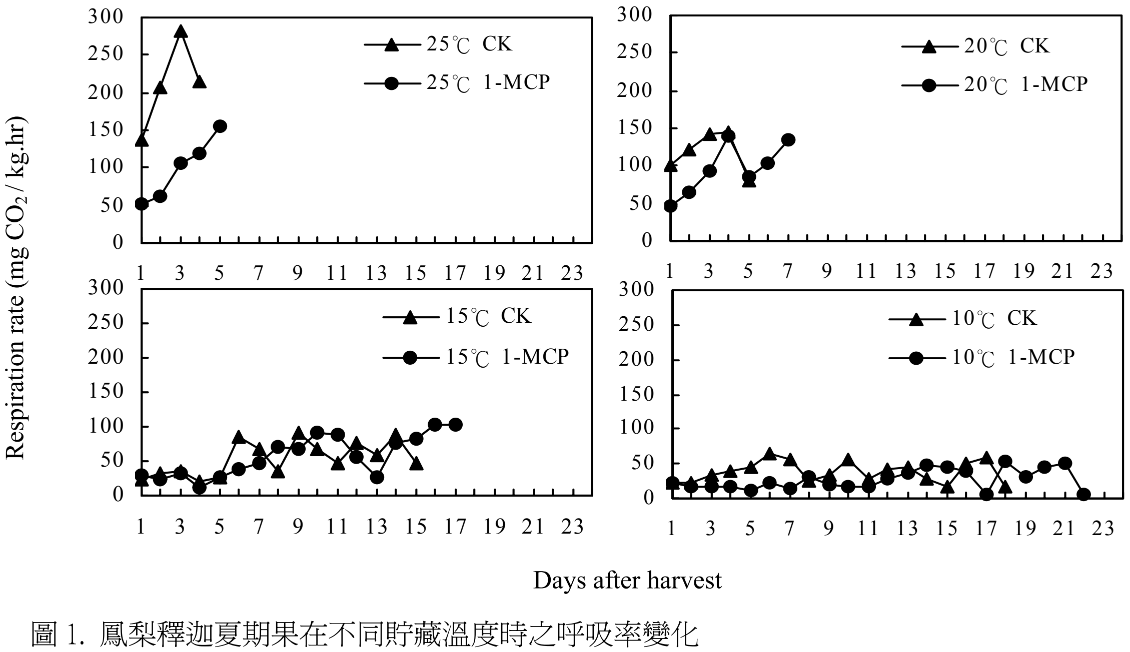

圖 1. 鳳梨釋迦夏期果在不同貯藏溫度時之呼吸率變化

Fig.1.Changes of respiration rate of Atemoya summer fruits at different storage temperatures.

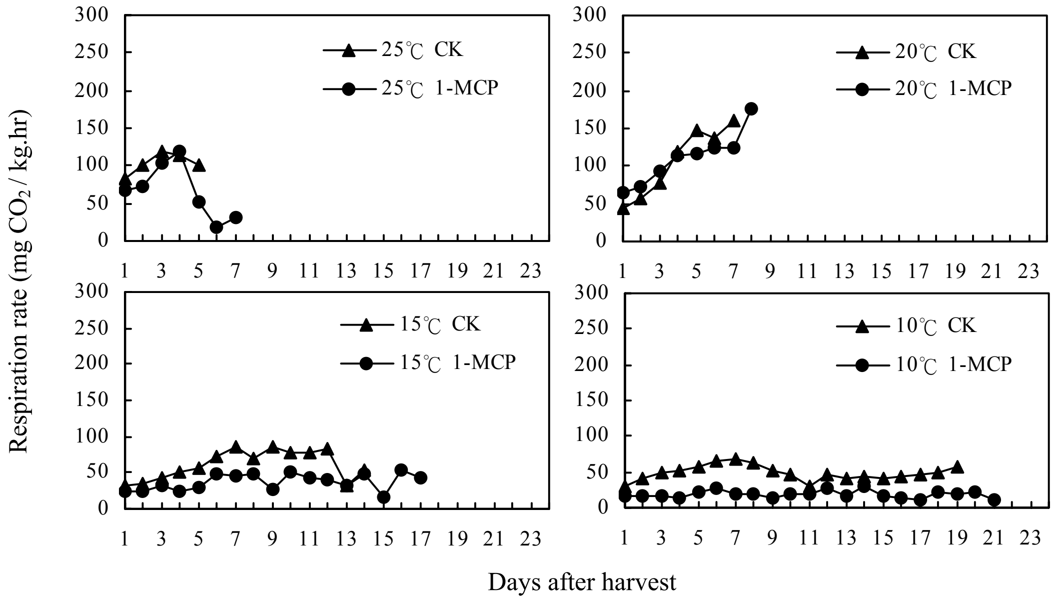

圖 2. 鳳梨釋迦冬期果在不同貯藏溫度時之呼吸率變化

Fig.2. Changes of respiration rate of Atemoya winter fruits at different storage temperatures.

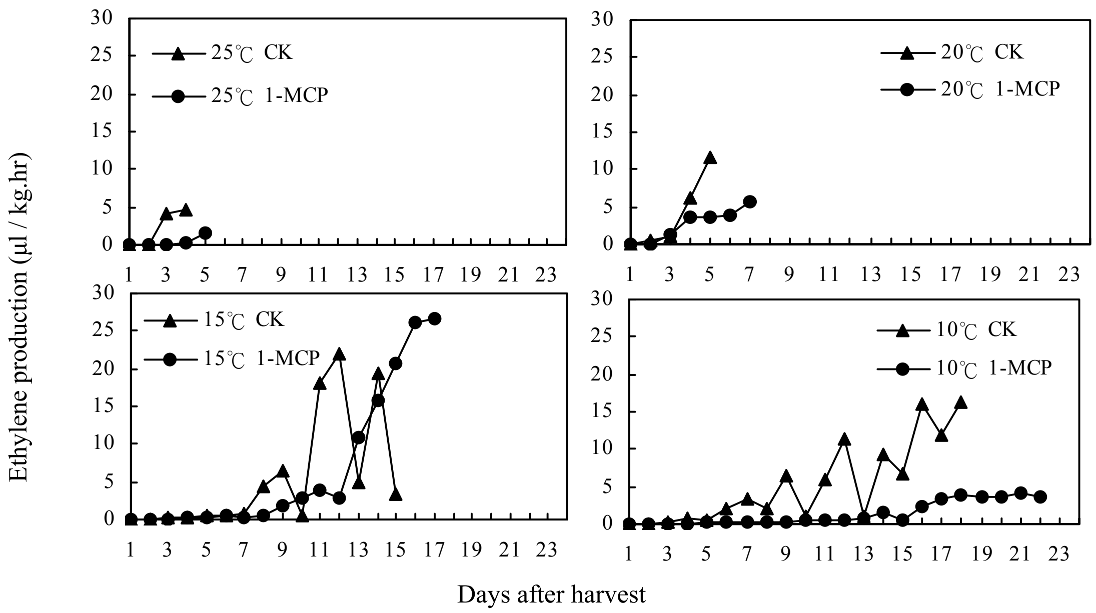

圖 3. 鳳梨釋迦夏期果在不同貯藏溫度時之乙烯產生量變化

Fig.3.Changes of ethylene production of Atemoya summer fruits at different storage temperatures.

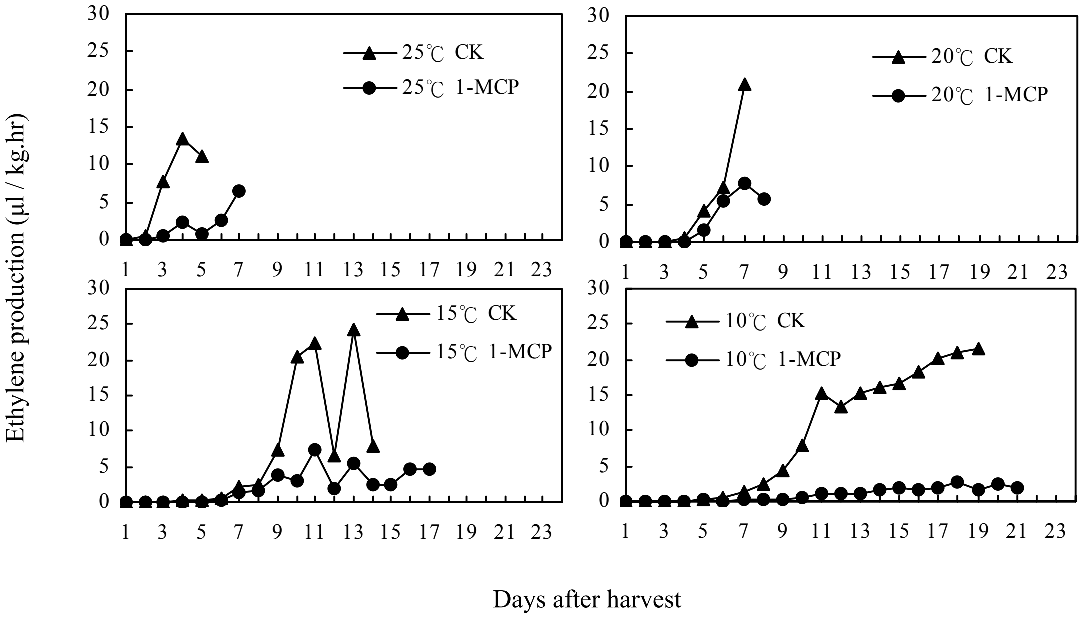

圖 4. 鳳梨釋迦冬期果在不同貯藏溫度時之乙烯產生量變化

Fig.4. Changes of ethylene production of Atemoya winter fruits at different storage temperatures.

二、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦夏期果採後裂果之影響

鳳梨釋迦夏期果採後貯藏期間，採後裂果率的調查結果如圖 5 所示。貯藏溫度愈高，裂果發生時間愈快。在 10℃、15℃、20℃、25℃不同溫度貯藏時，經 1-MCP 處理之果實，裂果高峰期分別出現在採收後第 21 日、9 日、6 日、6 日，而對照處理之果實，裂果高峰期則分別出現在採收後第 9 日、9 日、3 日、3 日，顯示 1-MCP 處理之果實的裂果高峰期較對照處理之果實有延後的現象，且延後的時間隨貯藏溫度的降低而有延長的趨勢。雖然不同貯藏溫度及 1-MCP 處理之果實採後裂果發生的時間有所差異，但各不同處理間之果實，在達到後熟前，因果實全部發生裂果情況，致使發霉而失去商品價值。

依據 Paull (1996)對於鳳梨釋迦夏期果採後裂果的研究指出，當鳳梨釋迦果實採收後，呼吸速率達到高峰期，而乙烯產生量逐漸增加時，開始有裂果的情況產生，意即鳳梨釋迦採後裂果的發生可能與更年性呼吸高峰出現及乙烯的誘發有關，當鳳梨釋迦果實進入後熟階段時，爲裂果發生的高峰期。因此如果改變鳳梨釋迦果實的呼吸率及乙烯產生量，便可能會影響採後裂果的發生情況。由本試驗中夏期果採後裂果率的調查結果發現(圖 5)，鳳梨釋迦夏期果裂果高峰期，隨貯藏溫度的降低及 1-MCP 處理而呈現延後的現象。因此推測鳳梨釋迦果實經 1-MCP 處理或低溫貯藏後，由於呼吸率及乙烯產生量的作用受到抑制，延緩後熟時間，因而使得裂果高峰期延後。

雖然利用 1-MCP 處理或低溫貯藏方式皆具有降低鳳梨釋迦果實的呼吸率及乙烯產生量，並延緩夏期果採後裂果發生的效果，但由試驗結果得知，仍無法降低夏期果採後裂果的發生率，而此結果可能與果實發育期間之氣象因子不同有關，由於果實發育期間生長環境的差異，因而使得冬期果與夏期果發育情況產生差異，並影響採後裂果的發生(Garcia-Luis, 1994；Paull, 1996；Wood and Reilly, 1999)。

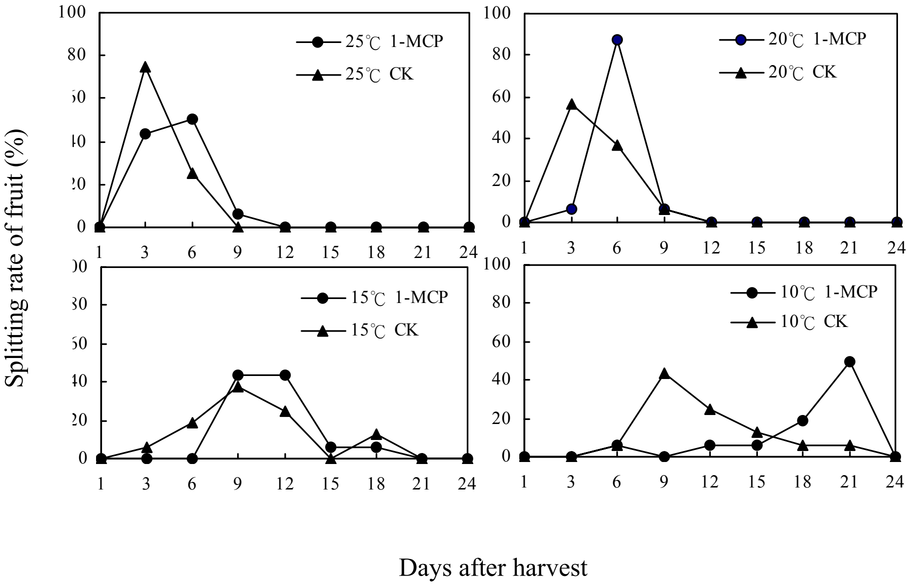

圖 5. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦夏期果裂果率之影響
Fig.5. Effects of 1-MCP and storage temperature on the splitting rate of Atemoya summer fruits.

三、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實後熟之影響

圖 6 爲鳳梨釋迦冬期果在不同溫度貯藏期間果實硬度的變化調查，由硬度的變化趨勢可知，經低溫貯藏或 1-MCP 處理後的果實，硬度下降相對較慢，因此後熟程度較對照處理之果實有呈現延後的情況，果實外觀顏色較爲鮮綠(圖 7)。同時由果實的後熟變化調查結果(圖 8)，顯示在 10℃、15℃、20℃、25℃不同溫度貯藏時，除貯藏於 10℃之果實，在未完全後熟前因果梗基部附近出現褐化或開裂的情況，而未正常後熟外，貯藏於 15℃、20℃、25℃之果實，皆可正常後熟，而後熟速度則隨著貯藏溫度的升高而加快。經 1-MCP 處理之果實，貯藏於 15℃、20℃、25℃時分別於採收後第 13 日、7 日、5 日，發生後熟的現象，至採收後第 16 日、9 日、8 日，全部後熟，而對照處理之果實，則分別於採收後第 8 日、6 日、4 日，便發生後熟的現象，至採收後第 11 日、8 日、6 日，全部後熟，後熟速度較 1-MCP 處理之果實爲快。

由於鳳梨釋迦果實是在果實仍硬的狀態下採收，必須等到軟化至一定程度才適宜食用，而在此後熟過程中，外觀顏色的轉變並不明顯，無法據以做爲判斷果實是否達到可供鮮食的標準，因此果實硬度的變化乃是做爲判斷果實後熟的重要指標。由試驗中果實硬度變化的調查結果(圖 6) ，顯示在相同溫度條件下，鳳梨釋迦果實經 1-MCP 處理後，果實硬度相對下降較慢，顯示利用 1-MCP 處理具有延緩鳳梨釋迦果實後熟效果。此外溫度爲影響果實貯藏壽命及品質的重要因子，一般果實軟化速度常隨貯藏溫度的升高而加快，因此如能採取適當的低溫貯藏，將可有效達到延長果實貯藏壽命的目的(Brown and Scott, 1985；Wills et al., 1984)。而根據前述不同貯藏溫度之試驗結果，利用 1-MCP 處理雖然具有延緩鳳梨釋迦果實後熟的作用，但在較高溫度(25℃)貯藏時 1-MCP 對延緩後熟的效果較低溫(15℃)貯藏爲差，因此經 1-MCP 處理後仍須再配合低溫貯藏，才能達到較佳延緩後熟的效果。

另依過去相關研究指出(Batten, 1990；Will et al., 1984) 鳳梨釋迦果實於 10℃以下之低溫貯藏時間太久，易導致品質劣變並引發寒害徵狀，當貯藏溫度爲 8℃~12℃時，貯藏不宜

超過 6 天。在本試驗中持續貯藏於 10℃之果實，由其果實硬度的變化得知，貯藏期間雖然也出現軟化的現象，但軟化速度緩慢，並且果實在後熟程度尚未達到可供鮮食之前，便於果梗基部附近發生褐化或開裂的情況，致使果實逐漸腐壞而無法正常後熟，而此結果可能與貯藏溫度偏低，或貯藏時間太久有關(Will et al., 1984)。

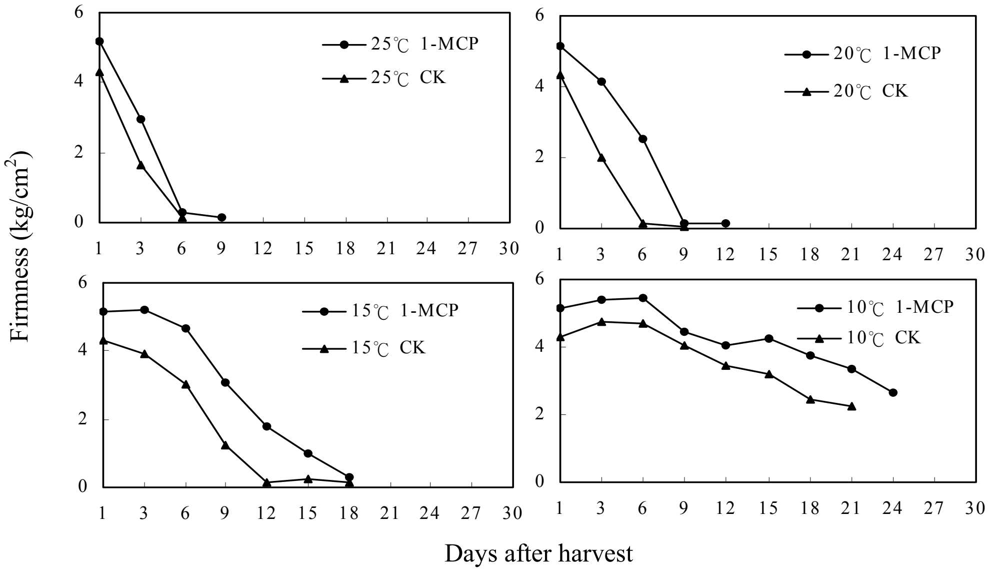

圖 6. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果硬度之影響
Fig.6. Effects of 1-MCP and storage temperature on the firmness of Atemoya winter fruits.

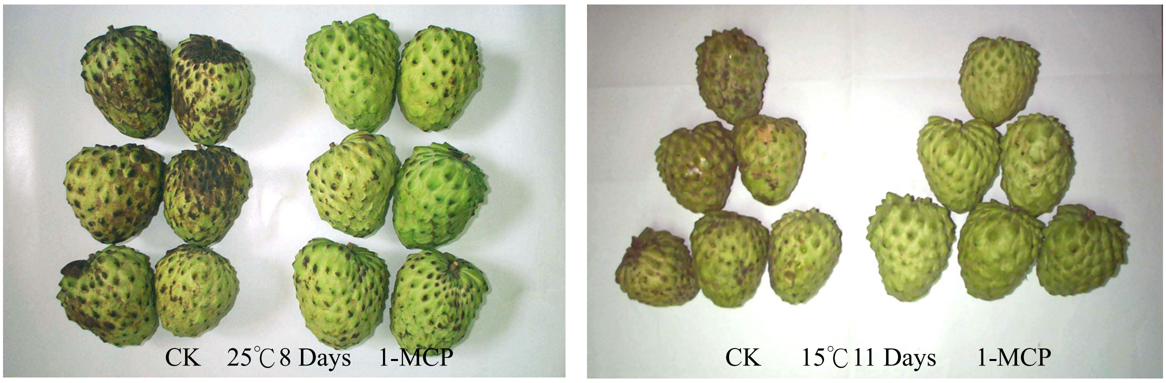

圖 7. 1-MC 處理及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果後熟之影響
Fig7. Effects of 1-MCP treatment on the ripening of Atemoya winter fruits.

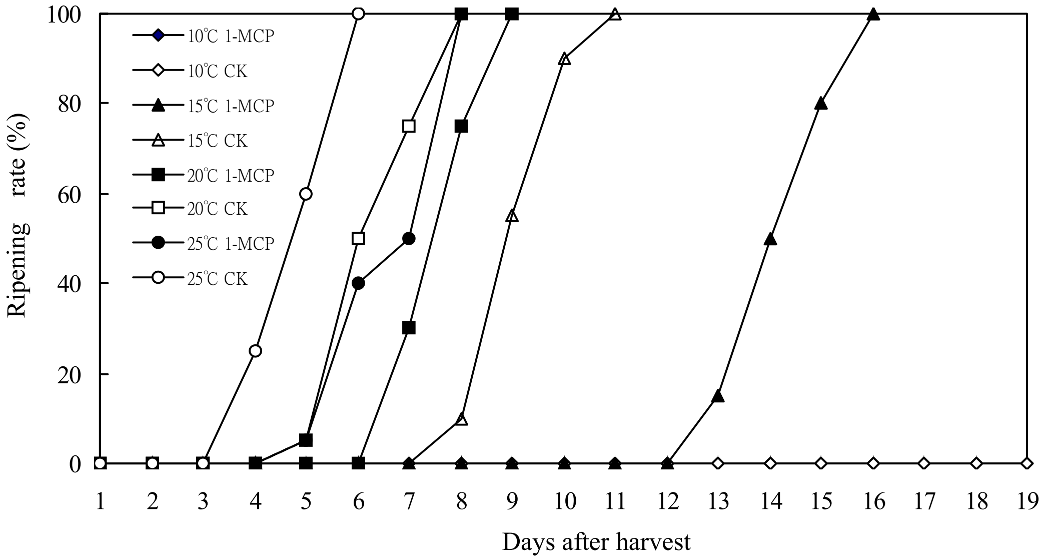

圖 8. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果後熟之影響
Fig8. Effects of 1-MCP and storage temperature on the ripening of Atemoya winter fruits.

四、不同低溫貯藏日數對鳳梨釋迦果實移至 20℃後熟之影響

鳳梨釋迦果實，於 5℃、10℃分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃貯藏，調查其後熟變化，結果如圖 9 所示。果實於 5℃貯藏 5 日後再移到 20℃，於回溫後第 6 日開始後熟，至回溫後第 7 日才全部後熟(採收後 11~12 日)。5℃貯藏 10 日後再移到 20℃，則提早於回溫後第 5 日出現後熟現象，而回溫 6 日後果實後熟的比率增加至 75% ，至回溫 7 日後果實全部後熟 (採收後 15~17 日)。5℃貯藏 15 日後移到 20℃，於回溫後第 4 日便有 15 % 果實開始出現後熟現象，而回溫 5 日後果實後熟的比率增加爲 80% 左右，至回溫 6 日後果實已全部後熟(採收後 19~21 日)。而鳳梨釋迦果實如於 10℃貯藏 5 日後移到 20℃，果實於回溫後第 3~5 日(採收後 8~10 日) 後熟，後熟速度相對較快，但多數果實於回溫後 4~5 日後熟。10℃貯藏 10 日後再移到 20℃，果實於回溫後第 3~4 日(採收後 13~14 日) 後熟，回溫 3 日後果實後熟的比率增加至 60% 左右。10℃貯藏 15 日後再移到 20℃，雖於回溫後第 3~4 日後熟(採收後 18~19 日)，貯藏時間較長，但回溫 3 日後已有 80% 果實後熟，後熟速度加快，並容易於果梗基部附近產生褐化或裂果現象。由上述調查結果顯示，鳳梨釋迦果實於 5℃，10℃不同低溫下分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃，低溫貯藏時間愈久，後熟速度愈快，櫥架壽命愈短。

鳳梨釋迦果實貯藏前後，果皮顏色變化之調查結果如表 1 所示。10℃不同貯藏日數的果實，在貯藏前後，果皮顏色的 L a b 值未有顯著差異，顯示鳳梨釋迦果實在 10℃貯藏 5~15 日後，在外觀上並沒有明顯的變化。但貯藏於 5℃的果實則呈現明顯的變化，貯藏前 L 值爲 54.5 ~ 56.5，貯藏後下降至 45.4 ~ 48.5， a 値貯藏前爲-3.7 ~ -4.6，貯藏後上升至-0.9 ~ 2.6，而 b 值貯藏前爲 23.3 ~ 25.5，貯藏後下降至 18.4 ~ 20.3，顯示果皮顏色由明亮變暗，由鮮綠轉趨紅褐，而黃色部分也有下降。

據 Batten(1990)報告，鳳梨釋迦果實在高濕度條件下，以 4℃貯藏 2 天後便有寒害徵狀出現。但如在 8℃貯藏 5 天後或 12℃貯藏 6 天後再移到 20℃，對外觀及風味皆沒有明顯的損害，而其後熟時間約 3 或 4 日，但如在 12℃貯藏 10 天後再移到 20℃，則外觀及風味皆快速變劣，且後熟時間逐漸加快。本試驗中鳳梨釋迦果實於 5℃貯藏 5 日、10 日、15 日後再移至 20℃後雖然仍可後熟，且後熟速度較貯藏於 10℃之果實爲慢。但因貯藏溫度較低，

果實容易發生寒害現象，導致果皮褐化(圖 10)，且褐化程度隨貯藏日期的增加而加深，影響果實外觀及商品價值。而貯藏於 10℃之果實，於貯藏 5 日、10 日後再移到 20℃貯藏後，外觀無明顯傷害，仍然保持鮮綠，並可以於 3~5 日後正常後熟，但如於 10℃貯藏 15 日後再移到 20℃貯藏，果實雖然仍可以後熟，但後熟速度較快，且後熟時並易於果梗基部附近產生褐化或裂果的現象，櫥架壽命較短，由調查結果顯示，貯藏溫度的高低及貯藏時間的長短，為影響鳳梨釋迦果實能否正常後熟的重要原因。

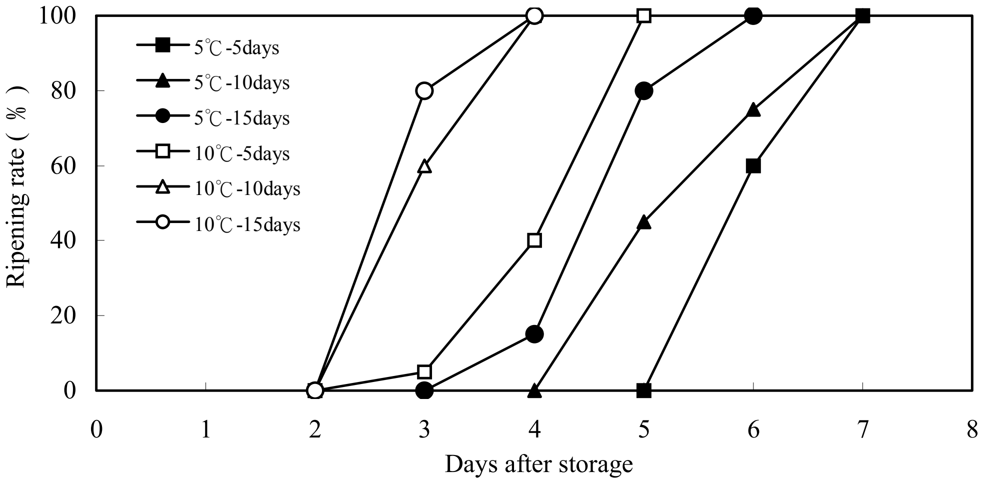

圖 9. 5℃,10℃不同貯藏日數後移至 20℃對鳳梨釋迦果實後熟之影響

Fig.9. Effects of different durations at 5℃, 10℃, then transfered to 20℃ on the ripening rate of Atemoya fruits.

表 1. 5℃,10℃不同貯藏日數後移至 20℃對鳳梨釋迦果實顏色之影響

Table 1. Effects of different durations storage at 5℃, 10℃, then transfered to 20℃ on the peel color of Atemoya fruits.

處理 Treatment[z]		貯藏前 before storage			貯藏後 after storage		
		L	a	b	L	a	b
5℃	5 days	54.5±3.2[y]	-4.2±0.8	25.3±1.2	48.5±3.3	-0.9±2.5	20.3±2.2
	10 days	56.5±2.4	-4.6±1.1	23.3±2.7	46.5±3.4	2.1±1.8	20.0±3.1
	15 days	54.7±3.1	-3.7±1.8	25.5±0.8	45.4±2.4	2.6±2.5	18.4±2.7
10℃	5days	57.8±2.5	-3.9±1.4	23.5±1.4	55.1±2.7	-3.8±1.2	23.2±2.3
	10 days	57.8±2.3	-4.0±0.5	25.5±1.6	55.1±1.6	-4.1±1.5	24.2±1.9
	15 days	56.6±2.1	-4.5±0.7	24.8±1.1	54.2±3.5	-3.7±1.2	23.1±2.5

[z]：The Atemoya fruits were stored at 5℃ and 10℃for 5,10 and 15days, respectively.

[y]：Mean of ten fruits ± SD.

5℃ , 5 Days　　10℃ , 5 Days

5℃ , 10 Days　　10℃ , 10 Days

5℃ , 15 Days　　10℃ , 15 Days

圖 10. 5℃,10℃不同貯藏日數對鳳梨釋迦果實顏色之影響
Fig.10. Effects of different durations at 5℃ and 10℃ on the peel color of Atemoya fruits.

綜上所述，適當的低溫貯藏雖然可以抑制呼吸高峰的發生，延緩果實代謝作用的進行，延長果實的櫥架壽命，但如貯藏溫度過低，或低溫貯藏時間太長，則容易導致寒害發生，造成果皮褐化，風味變劣，果肉硬化，甚至果實腐爛等生理障礙。(柯等,1983；Alique et al., 1994； Alique, 1995；Chen and Paull, 1986；Montero et al., 1995；Wills et al., 1984)。因此鳳梨釋迦果實如要以 5~10℃的低溫度貯藏時，需要經過回溫處理才能正常後熟，而為維持果實品質，應以短期貯藏較為適宜。

參考文獻

1.柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。番荔枝果之後熟與貯藏。中國園藝 29(4)：257~268。
2.楊正山。1987 番荔枝冬期果產期調節之研究 園藝作物產期調節研討會專集。臺中區農業改良場特刊第 10 號 p.129-139。
3.楊正山。1996。番荔枝開花習性與著果及果實之後熟與貯藏。番荔枝生產與運銷 p.12-24。臺東區農業改良場編印。
4.楊欣怡。2000。鳳梨釋迦及數種番荔枝果實生理與貯藏之研究。國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。

5.Alique, R., J. P. Zamorano, M. L. Calvo, C. Merodio, and J. L. de la Plaza. 1994. Tolerance of cherimoya (Annona cherimola Mill.) to cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3)：524-528.

6.Alique, R. 1995. Residual effects of short-term treatments with high CO_2 on the ripening of cherimoya (Annona cherimola Mill.) fruit. J. Hort. Sci. 70(4)：609-615.

7.Brown, B. I. and K. J. Scott. 1985. Cool storage conditions for custard apple fruit (Annona atemoya Hort.). Singapore J. Primary Ind . 13：23-31.

8.Brown, B. I., L. S. Worng, A. P. Rgeorge, and R. J. Nissen. 1988. Comparatives studies on the postharvest physiology of fruit from different species of Annona (custard apple). J. Hort. Sci. 63(3)：521-528.

9.Batten, J. D. 1990. Effect of temperature on ripening and post-harvest life of fruit of atemoya (Annona cherimola Mill.x A. squamosa L.) cv. 'African Pride'. Scientia Hort. 45：129-136.

10.Chen, N. M. and R. E. Paull. 1986. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111：639-643.

11.Chen, W. 1998. Effect of different harvest maturity on storage quality and life of Annona squamosa fruits. Advances Hort. 2:270-273.

12.Garcia-Luis, A., A. M. M. Duarte, I. Porras, A. Garcia-Lidon, and J. L. Guardiola. 1994. Fruit splitting in 'Nova' hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatment. Scientia Hort. 57： 215-231

13. Golding, J. B., D. Shearer, S. G. Wyllie, and W. B. McGlasson. 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. Postharvest Biol. Technol. 14： 87-98.

14.Golding, J. B., D. Shearer, S. G. Wyllie, and W. B. McGlasson. 1999. Relationships between respiration, ethylene, and aroma reduction in ripening banana. J. Agric. Food Chem. 47 (4) ： 1646-1651.

15.Jiang, Y., D. C. Joyce, and A. J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. Postharvest Biol. Technol. 16：187-193.

16.Montero, L. M., M. I. Escribano, J. L. D. L. Plaza, and C. Merodio. 1995. Chilling temperature storage induces changes in protein patterns and protease activity in cherimoya fruit. Postharvest Biol. Technol. 5：251-260.

17.Porat, R., E. Shlomo, M. Serek, E. C. Sisler, and A. Borochov. 1995. 1-Methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. Postharvest Biol. Technol. 6： 313-319.

18.Paull, R. E. 1996. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. Postharvest Biol. Technol. 8： 329-334.

19.Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus, R. Goren, and S. Droby. 1999. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. Postharvest Biol. Technol. 15： 155-163.

20.Rao, S. N. 1974. Annonas. The legendary fruit. Indian Hort.19(3)： 19-21.

21.Sisler, E.C., E. Dupille, and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylcyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Regul. 18： 79-86.

22.Sams, C. E. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biol. Technol. 15： 249-254.

23.Wills, R. B. H., A. Poi, and H. Greenfield. 1984. Postharvest changes on fruit composition of Annona atemoya during ripening and effects of storage temperature on ripening. HortScience 19(1)： 96-97.

24.Wood, B. W. and C. C. Reilly. 1999. Factors influencing water split of pecan fruit. HortScience 34(2) ： 215-217.

Effects of 1-MCP and Storage Temperature on Postharvest Physiology of Atemoya Fruits (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.)

Chein-Shine Lee [1] , Cheng-Shan Yang [2], and Lih-Shang Ke [3]
Assistant Researcher[1],Researcher[2] Taitung Distris Agricultural Research and Extension Station,
Professor[3], Department of Horticulture,National Pingtung University of Science and Technology

Summary

The ripening of summer fruits and winter fruits of Atemoya treated with 1-MCP and then stored at different temperatures (10℃,15℃,20℃and 25℃) were investigated. Results showed that the respiration rate and ethylene production were inhibited and ripening rate were delayed by low temperature and 1-MCP treatment. The ripening rate was decreased with descending of storage temperatures, but the fruits stored at 10℃ were unable to ripening normally. Low temperature and 1-MCP treatment could delay the postharvest splitting of summer fruits, but could not reduce the splitting rate. The fruits were able to ripening when stored at 10℃ or 5℃ for 5, 10 and 15 days and then transferred to 20℃. The longer duration at low temperature, the shorter to ripening and shorter shelf life after transferred to 20℃. The shelf life of fruits stored at 5℃was longer than those fruits stored at 10℃. However, the fruits stored at 5℃ developed chilling injury symptom.

Key words:：Atemoya, ripening, 1-MCP